第10講　免疫系

【1】 免疫に関する以下の問に答えよ。

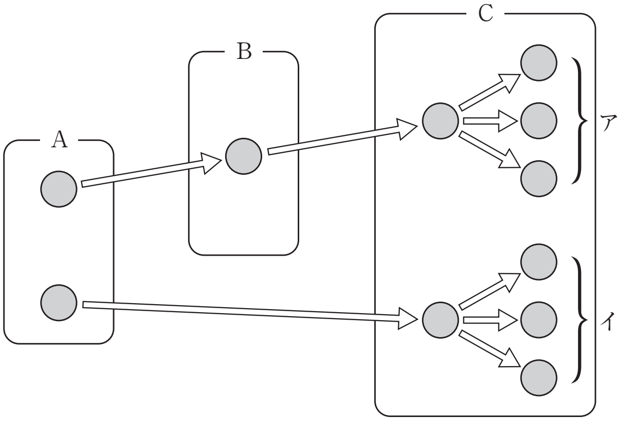
問１　以下の文の空欄１～４に語群より適当な語を選べ。

　ヒトの体内に侵入した細菌などの異物はまず［ 1 ］の１種である［ 2 ］によって捕食・分解され，その抗原が提示されることがきっかけとなって，免疫系が活性化される。免疫系には，Ｂ細胞により生産・放出される免疫［ 3 ］が抗原に作用する体液性免疫と，Ｔ細胞が抗原を提示した細胞に直接作用する細胞性免疫の二つの仕組みがある。免疫［ 3 ］は，長い［ 4 ］の鎖と短い［ 4 ］の鎖がそれぞれ２本ずつ組み合わさった分子で，どの抗原を認識するかは，分子の可変部の構造によって決まる。Ｂ細胞とＴ細胞とはそれぞれ独立にはたらくわけではなく，Ｔ細胞がＢ細胞の活性化を促すなど，お互いが複雑に関わり合って生体の防御に当たっている。

〔語　群〕

①　マクロファージ　　②　血小板　　③　白血球
④　リンパ球　　⑤　アルブミン　　⑥　グロブリン
⑦　フィブリン　　⑧　ヌクレオチド　　⑨　アミノ酸　　⑩　糖

問２　以下の図は，Ｂ細胞およびＴ細胞が発生の過程で分化する様子をまとめたものである。Ａ～Ｃには語群１より適当な組織・器官名を，またア，イには語群２より適当な細胞種類名を選べ。

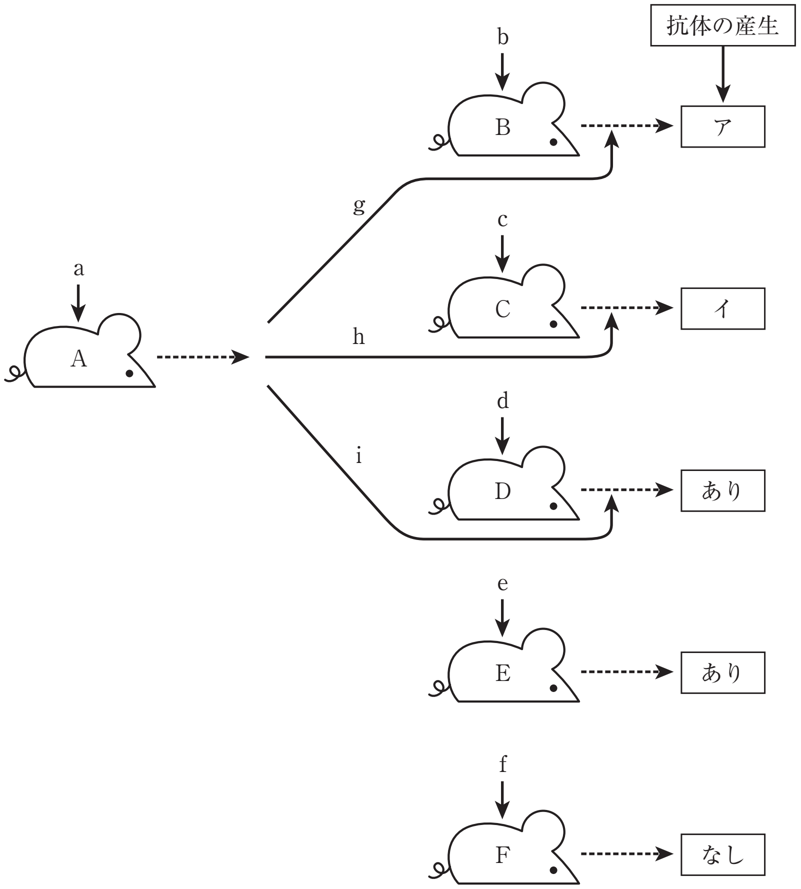


〔語群１〕　①　甲状腺　　②　胸　腺　　③　骨　髄　　④　肝　臓
　　　　　⑤　末梢リンパ組織

〔語群２〕　⑥　Ｂ細胞　　⑦　Ｔ細胞

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　以下の図は問１の文中の下線部の内容を証明するためにおこなった実験の概略である。用いたマウスは組織の移植をおこなっても拒絶反応を起こさない同系統の個体で，ａ～ｉの矢印はＡ～Ｆのそれぞれのマウスにおこなった処理を示している。マウスＥに抗原ｐを注射する（処理ｅ）と抗ｐ抗体が産生される。しかしマウスＦに多量の放射線を照射してから抗原ｐを注射しても（処理ｆ），抗ｐ抗体の産生はおこらない。この結果をもとに，下線部の内容を証明するには，マウスＡ～Ｄに対しておこなうａ～ｄおよびｇ～ｉの処理をどのようにすればよいか，またその結果（アおよびイ）がどうであればいいか，以下より適当なものを選べ。同じ処理を何度選んでもよい。



©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜処　理＞
① 抗原ｐを注射する。
② 多量の放射線を照射する。
③ 抗原ｐを注射してから多量の放射線を照射する。
④ 抗原ｐの注射および放射線の照射のいずれも行わない。
⑤ マウスＡのＢ細胞を移植する。
⑥ マウスＡのＢ細胞を移植した後，抗原ｐを注射する。
⑦ マウスＡのＴ細胞を移植する。
⑧ マウスＡのＴ細胞を移植した後，抗原ｐを注射する。
⑨ マウスＡのＢ細胞とＴ細胞の両者を移植する。
⑩ マウスＡのＢ細胞とＴ細胞の両者を移植した後，抗原ｐを注射する。

＜抗ｐ抗体の産生＞
① な　し　　② あ　り

問４　次の文の中から正しいもの二つを選べ。ただし解答の順序は問わない。
① 外部から生体に侵入する無数の抗原に対し，それと結合できる抗体が存在するのは，一つの抗体の可変部が，複数の抗原に応じ自在にその形を変えるからである。
② 抗体１分子は，複数の同じ抗原と結合することができる。
③ 抗原となりうるのは，分子量10,000以上のタンパク質のみである。
④ エイズに感染すると，その他のウイルスや細菌などにも感染しやすくなるのは，エイズウイルスがＢ細胞を破壊するため免疫能力が低下してしまうためである。
⑤ 血清療法は一時的に有効で，免疫力は持続しない。
⑥ 血清療法に用いる血清は，血液から血球成分を遠心分離により取り除いた残りの部分である。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

【2】

　XおよびYという二つのマウス系統があり，お互いの集団は遺伝的に異なっている。この系統Xのマウスの皮膚を別の系統Xのマウスへ移植したところ，移植片は定着した（図１）。一方，系統Xのマウスの皮膚を系統Yのマウスへ移植したところ，移植片は10日ほどで脱落した（図２）。

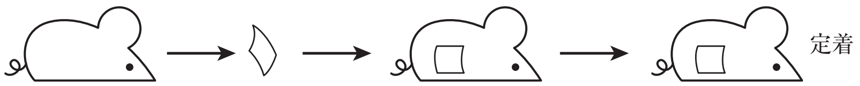


図１

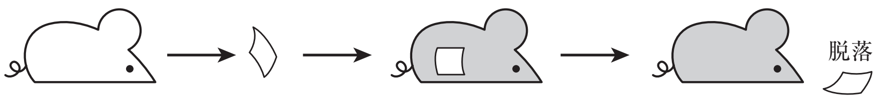


図２

問１　下線部のような免疫反応を何と呼ぶか，反応名を漢字４文字で答えよ。

問２　下線部の反応は主にリンパ球に分類されるある細胞が直接移植片を攻撃するために起こる。ある細胞とは何か，具体的な細胞名を答えよ。また免疫反応は大きく２つに分けられるが，下線部のような免疫反応は主にそのどちらによるものか免疫反応の名称を答えよ。

問３　図２で示した移植片が脱落した系統Yマウスへ再び系統Xのマウスの皮膚を移植するとどのような反応が起こるか，①～④から適切なものを１つ選べ。

①　移植片は定着する。
②　移植片は５日ほどで脱落する。
③　移植片は10日ほどで脱落する。
④　移植片は１ヶ月ほどで脱落する。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　図２で示した移植片が脱落した系統Ｙマウスからリンパ球を回収し，別の系統Ｙのマウスへ注射し，その注射を受けたマウスへ系統Ｘのマウスの皮膚を移植するとどのような反応が起こるか，①～④から適切なものを１つ選び，番号を記せ。

①　移植片は定着する。
②　移植片は５日ほどで脱落する。
③　移植片は10日ほどで脱落する。
④　移植片は１ヶ月ほどで脱落する。

問５　移植片が定着するのか脱落するのかは主に主要組織適合性抗原（MHC）遺伝子群が一致するかどうかによって決まることが知られている。マウスのMHC遺伝子群は常染色体上にあり，H－2抗原の遺伝情報を有している。移植片に宿主マウスと異なるH－2抗原が含まれていると，移植片は攻撃され脱落する。それでは，系統Ｘと系統Ｙのマウスを交配し，生まれたF1マウスへ系統Ｘのマウスの皮膚を移植すると，移植片は定着するのか脱落するのか。また，その理由として適当なものはどれか，①～⑤から適切なものを１つ選べ。

①　系統Ｘマウスの皮膚は系統Ｙマウスの H－2抗原を持たないため。
②　F1マウスと系統Ｘマウスは遺伝的に異なるため。
③　F1マウスは両系統の H－2抗原を必ずしも持たないため。
④　F1マウスは系統Ｘマウスの H－2抗原を持つため。
⑤　F1マウスは系統Ｙマウスの H－2抗原を持つため。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第10講　確認テスト

生物の体内には細菌やウイルスなどさまざまな異物が侵入する。この異物を非自己と認識し，これを排除して体内の恒常性を保つしくみを免疫という。a体内に侵入してきた細菌などは免疫細胞に貪食(どんしょく)され細胞内で消化される。この反応は抗原非特異的におこるが，貪食した細胞は消化された抗原断片を細胞表面に提示するため，これを認識して反応したＴ細胞は活性化されて一部は抗原特異的な記憶細胞として体内に残る。抗原により活性化されたＴ細胞の中には，Ｂ細胞が抗体産生細胞となり抗原特異的抗体を産生するのを助けるものも存在する。

抗原と抗体の反応は特異的であり抗原抗体反応とよばれる。抗体は免疫グロブリンと総称されるタンパク質でできており，抗原と結合する部分を可変部という。b自然界に非自己である抗原の数は無数にあり，体内ではそれぞれの抗原に特異的に反応する抗体が作られるが，その仕組みは抗体分子の多様性獲得機序で説明できる。

問１　下線部aについて，体内に侵入してきた細菌などを食作用ののち分解（貪食）する代表的な細胞を一つ選べ。

① 単　球　② 赤血球　③ 血小板
④ 抗体産生細胞　⑤ 免疫記憶細胞　⑥ マクロファージ

問２　下線部bについて，抗体分子の多様性とはどういうことか。正しいものを2つ選べ。

① 一つの抗体産生細胞が多種類の抗体を産生する。
② 抗体の定常部は抗原の種類と同じ数だけ存在する。
③ １種類の抗体はどのような種類の抗原とでも反応する。
④ 抗原の種類と同じ種類だけ抗体があり，産生する抗体産生細胞もすべてことなる。
⑤ 未分化なＢ細胞には抗体を作るための遺伝子断片が多数あり，その中から選択されて遺伝子が再構成されて可変部となる。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

この抗原抗体反応を観察するため，次のような実験をおこなった。

実験１

図１のようにマウスに抗原Ａを投与した。投与２週間後に採血し抗体が検出されるかを調べたところ，抗原Ａに対する抗体が検出された。さらに１週間後，Ａに対する抗体を産生しているマウスに対して新たに抗原Ａ，Ｂをそれぞれ投与し，投与後1週間経過したときに採血をおこなった。

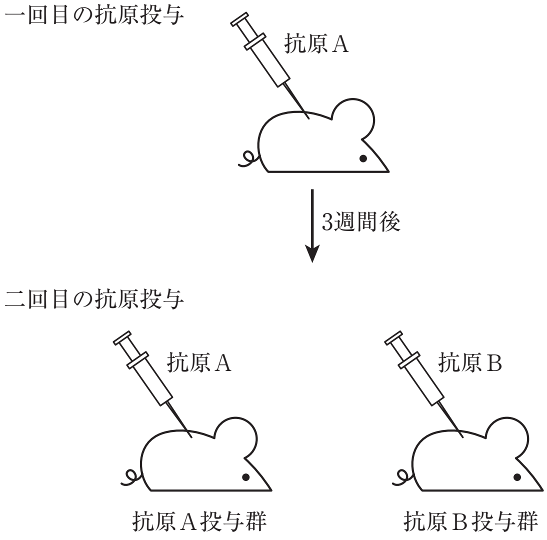


図１

問３　この実験でおこりうる反応を２つ選べ。

① 二次応答　② 溶血反応　③ 血液凝固反応

④ 抗体産生抑制　⑤ 免疫記憶細胞の生成

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　３週間後に抗原を投与した抗原Ａ投与群と抗原Ｂ投与群ではどのような反応がおきたと考えられるか。正しいものを２つ選べ。

① 抗原Ｂ投与群では，抗原Ａに対する抗体の産生が増加した。
② 抗原Ａ投与群では，初回投与時より抗原Ａに対する抗体の量が低下した。
③ 抗原Ａ投与群では，初回投与時よりもより多くの抗原Ａに対する抗体が産生された。
④ 抗原Ｂ投与群では，２回目の抗原投与直後に抗原Ａに対する抗体が完全に消失した。
⑤ 抗原Ａ投与群では，初回投与時よりもより短期間で抗原Ａに対する抗体が産生された。
⑥ 抗原Ａ投与群と抗原Ｂ投与群との間では，抗原Ａに対する抗体の産生量は変らなかった。
⑦ 抗原Ｂ投与群では，初回に投与した抗原Ａによって抗原Ａに対する抗体が生成されたため抗原Ｂに対する抗体が産生されなかった。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第10講

【1】

問1　1　③　2　①　3　⑥　4　⑨

問2　A　③　B　②　C　⑤　ア　⑦　イ　⑥

問3　a　④　b　②　c　②　d　②

g　⑥　h　⑧　（g，h順不同）

i　⑩　ア　①　イ　①

問4　②，⑤

【2】

問1　拒絶反応

問2　キラーT細胞，細胞性免疫

問3　②

問4　②

問5　定着する，④

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第10講　確認テスト

問１　⑥　　問２　④，⑤　　問３　①，⑤　　問４　③，⑤

【解説】

問１　体内に侵入してきた異物に対して，まずは樹状細胞やマクロファージ，好中球などの食細胞が作用し，これらの食作用と細胞内消化によって異物は除去される。さらに，樹状細胞やマクロファージなどの抗原提示細胞は，その異物の特徴を表面に露出しヘルパーT細胞に伝えることで獲得免疫の引き金となる。ここでは，食作用を示す細胞の例としてマクロファージを選んでおきたい。

問２　生体内にはさまざまな抗原に対応する非常に多くの種類の抗体が存在する。この多様性は，B細胞が成熟する際に遺伝子の再編成が行われ，複数の遺伝子断片が組み合わさることにより，成熟B細胞ごとに異なる抗体可変部の遺伝子をもつことになるからである。成熟B細胞はそれぞれ1種類の抗体しか産生できないが，あらかじめ多様なB細胞が用意されることで，多くの種類の抗原それぞれに特異的に結合する抗体分子の産生が可能になっている。遺伝子の再編成は可変部の遺伝子にのみ起こり，定常部の遺伝子は共通である。ゆえに，④と⑤が正しい。

問３　一回目の抗原A投与の結果，抗原Aに対応する抗体が産生されるとともに，反応したリンパ球の一部が免疫記憶細胞として体内に残る。3週間後の二回目の抗原A投与を受けると，免疫記憶細胞が速やかに反応し，多量の抗体を短時間で産生するようになる。これを二次応答と呼ぶ。3週間後に抗原Bを投与した場合は，抗原Bに対する一次応答が起こるだけで，この時に抗原Aに対する抗体は産生されない。ゆえに，①と⑤が正しい。溶血は赤血球を低張液に浸した際に起こる現象である。

問４　抗原A投与群では，二次応答が起こるため，短期間でより多くの抗原Aに対応する抗体の産生が見られる。抗原B投与群では，体液性免疫は抗原を認識する特異的な免疫であるため，抗原Bに対する抗体は産生されるが，抗原Aに対する抗体の産生は影響を受けない。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。